



**REPOBLIKAN'I MADAGASIKARA**  
Tanindrazana - Fahafahana - Fandrosoana

---

**MINISTERE DE L'AGRICULTURE, DE L'ELEVAGE ET DE LA PÊCHE**

---

**PROJET DE MISE EN VALEUR ET DE PROTECTION  
DES BASSINS VERSANTS AU LAC ALAOTRA  
(BV ALAOTRA)**



**Document de travail BV lac n° 51**

**SYSTEMES DE RIZICULTURE PLUVIALE INNOVANTS  
AU LAC ALAOTRA.**

Brice DUPIN, Thierry RABENANDRO, Paulin HYAC, R. DOMAS E. PENOT H. ANDRIAMALALA

**Janvier 2010**



## **Partie I : zone ouest**

### **Caractérisation des itinéraires techniques de riz pluvial encadrés par le projet**

#### **AVSF/ANAE dans la commune d'Amparafaravola de la rive ouest du Lac**

##### **Alaotra**

Brice DUPIN, Thierry RABENANDRO, Paulin HYAC, Eric PENOT

## **Introduction**

### **1.1 Présentation de la zone d'étude**

La commune d'Amparafaravola s'étend sur 380 km<sup>2</sup> de la rive ouest de la cuvette du lac Alaotra. Cette région est soumise à un climat de type tropical subhumide de moyenne altitude à saisons contrastées (7 mois de saison sèche). La pluviométrie moyenne annuelle est de 1100 ml. Elle est caractérisées par de fortes irrégularités entre les saisons des pluies (586 mm en 2005-2006 et 1513 mm en 2006-2007) et mensuelles. Constituée des bassins versants Imamba et Ivakaka qui s'étendent sur 33 500 ha, cette commune possède deux périmètres rizicole aménagés dans les 7000 ha de plaines. Les collines, dont les sommets atteignent 900 m, ont une forme de demi-orange et reposent sur un substrat rocheux constitué de granite, de gneiss et de migmatique. Une savane à *aristida m.* plus ou moins dense en fonction du niveau de dégradation des sols, des plantations d'eucalyptus et quelques cultures couvrent les sols de collines alors que les bas-fonds sont aménagés en rizières. D'après les études de Raunet M. (1984), les principaux types de sols de la région sont :

- ✓ Sols ferralitiques de collines argilo à limono-sableux pauvres et compactés (37%)
- ✓ Sols ferralitiques de plateaux sommitaux limono-sableux pauvres (14%)
- ✓ Sols de bas-fond argilo à limono-sableux moyennement riches (7%)
- ✓ Sols de plaine basse sableux et tourbeux hydromorphes (35%)

### **1.2 Milieu humain et système d'exploitation**

La population de la commune d'Amparafaravola est de 47 475 habitants. Suite à la saturation des rizières, les terres de collines anciennement dévolues aux pâturages sont de plus en plus cultivées. Les données d'enquête réalisées dans les fokontany de la commune d'Amparafaravola par le projet AVSF/ANAE en 2008 sur 802 exploitations montrent que la surface moyenne par exploitation est de 4 ha/familles. Les paysans aménagent en général les deux tiers des surfaces en terre

disponibles en rizières et cultivent partiellement le tiers restant sur les collines en riz, manioc, pois de terre arachide maïs etc... Afin de limiter les risques liés aux fluctuations des précipitations, aux dégâts des ravageurs, à la divagation des bovins et aux vols, la plupart des paysans sont habitués à cultiver les sols de collines avec un minimum d'intrants.

A partir des données d'enquêtes sur la riziculture irriguée, on peut estimer que 60 à 70% des exploitations de la zone sont potentiellement autosuffisantes en riz. Dans cette région, les rizières fournissent de 50 à 90 % du revenu agricole des exploitations, les cultures pluviales servant essentiellement à diversifier les productions vivrières. Ainsi, le niveau de vie des exploitants est étroitement lié aux surfaces de rizières détenues.

Famille : 3 adultes + 3 enfants  
Consommation : ~ 920 kg riz blancs (~ 1575 kg paddy)  
Rdt rizières irriguées (RI) : ~ 2,5 ton/ha  
Rdt rizières à mauvaise maîtrise d'eau (RMME) : ~1 ton/ha  
 $S^2$  RI/ $S^2$  RMME des exploitations : ~ 1  
 $S^2$  rizières totales nécessaires : ~ 0,9 ha

### 1.3 Place du riz pluvial dans le système agraire

Le riz pluvial représente près de la moitié des surfaces de collines cultivées. Du fait de la faiblesse des rendements obtenus traditionnellement (de 750 kg à 1 ton/ha) cette culture est peu rentable au niveau de la parcelle. Cependant, cette production précoce intéresse fortement les paysans car elle permet d'avoir du riz et des revenus en période de soudure. Plusieurs variétés sont utilisées par les paysans (B22, 2366, primavera, espadon...) mais le B22 est de loin la plus appréciée. Sur colline, il est souvent cultivé en ouverture de jachère à graminées sur des parcelles d'environ 10 ares. Dans le cadre du projet d'appui en gestion des exploitations et des systèmes agraires de l'opérateur AVSF (Agronomes et Vétérinaires Sans Frontières) associé à l'ANAE (Association Nationale d'Actions Environnementale) depuis octobre 2008, les surfaces encadrées en riz pluvial ont augmenté de 14 ha sur 71 parcelles en 2005-2006 à 45 ha sur 245 parcelles. Les associations avec du *stylosantes g.* représentent 65% des surfaces de riz pluvial encadrées et ont pour but d'installer des jachères améliorées pour restaurer la fertilité des sols.

L'objectif de la présente étude est d'évaluer les performances technico-économiques des différents itinéraires techniques (ITK) de riz pluvial sur collines encadrées sur la rive ouest du Lac Alaotra.

## **2 Caractérisation des ITK de riz pluvial sur collines**

### **2.1 Extraction des ITK encadrés de 2005 à 2009**

- ✓ Trie des données

Le choix du trie des variables s'est basé sur les caractéristiques principales des parcelles avant le semis des cultures. Etant donné que les relations entre l'ancienneté des parcelles conduites en SCV et les rendements n'étaient pas significatives du fait de l'insuffisance des apports en matière organique et engrais pour compenser les exportations en nutriments, les parcelles cultivées en SCV depuis des années différentes n'ont pas été séparées. Ensuite des tries successifs ont été réalisés en fonction des valeurs des variables qui influençaient le plus les rendements (date de semis, niveau et date de fertilisations organiques et minérales, nombre, temps et dates de sarclages).

- ✓ Sélection des parcelles avec les mêmes caractéristiques et création des ITK

Toutes les parcelles ayant eu des rendements de moins de 750 kg/ha du fait d'aléas (climat, attaques de ravageurs, divagation de zébus, vols) ont été isolées et comptabilisées comme échec. Seuls les sous groupes de parcelles composés d'au moins 4 « répétitions » ont été utilisés pour caractériser un ITK.

### **2.2 Description et analyses des ITK extraits.**

Parmi les 399 parcelles (58 ha) de riz pluvial encadrées sur sol de collines pauvre depuis 2005, 240 parcelles (60%) ont été regroupées dans 20 ITK standards (cf : annexe 1). De 2005 à 2009 les principaux ITK encadrés ont les caractéristiques suivantes :

- ✓ Riz avec travail à la charrue + plante de couverture (PC)
- ✓ Riz en SCV sur couverture morte (CM) de Maïs + légumineuses
- ✓ Riz avec travail à la charrue + plante de couverture + NPK (30 à 50 kg)
- ✓ Riz en SCV sur CM de Maïs + légumineuses + NPK (30 à 50 kg)
- ✓ Riz avec travail à la charrue + PC + NPK (50 kg à 100 kg) + Urée (20 à 30 kg)
- ✓ Riz en SCV sur CM de Maïs + légumineuses + NPK (50 à 100 kg) + Urée (20 à 30 kg)
- ✓ Riz avec travail du sol + PC + NPK (150 kg) + Urée (86 à 100 kg)

- ✓ Riz en SCV sur CM de Maïs + légumineuses + NPK (150 kg) + Urée (50 kg)
- ✓ Riz avec travail à la charrue + PC + NPK (220 à 283 kg) + Urée (50 kg)

Les parcelles de riz pluvial sont conduites avec des niveaux d'intrants très variables. Les quantités d'intrants utilisées sont le gaücho à concentration faible (150 g/ha), les semences de riz utilisées aux mêmes doses (~ 60 kg/ha), la poudrette de zébu qui est souvent autoproduite, les semences de plantes de couverture et les engrais chimiques. De 2005 à 2009 le prix des intrants a fortement augmenté, notamment celui des engrais chimiques qui a plus que doublé (tableau 1).

Tableau 1 : Evolution du prix des intrants utilisés pour la culture de riz pluvial

Produits	unité	Prix (Ar) 05_06	Prix (Ar) 06_07	Prix (Ar) 07_08	Prix (Ar) 08_09
Gaücho	g	180*	185	170	200
Poudrette	kg	0	0	0	0
NPK	kg	800	1200	1300	2400
Riz (semences)	kg	1500	1700	1200	1300
Stylo (semences)	kg	1000*	866	5000	5000
Urée	kg	800	831	1400	2300
Riz paddy cons.	kg	330	429	560	512

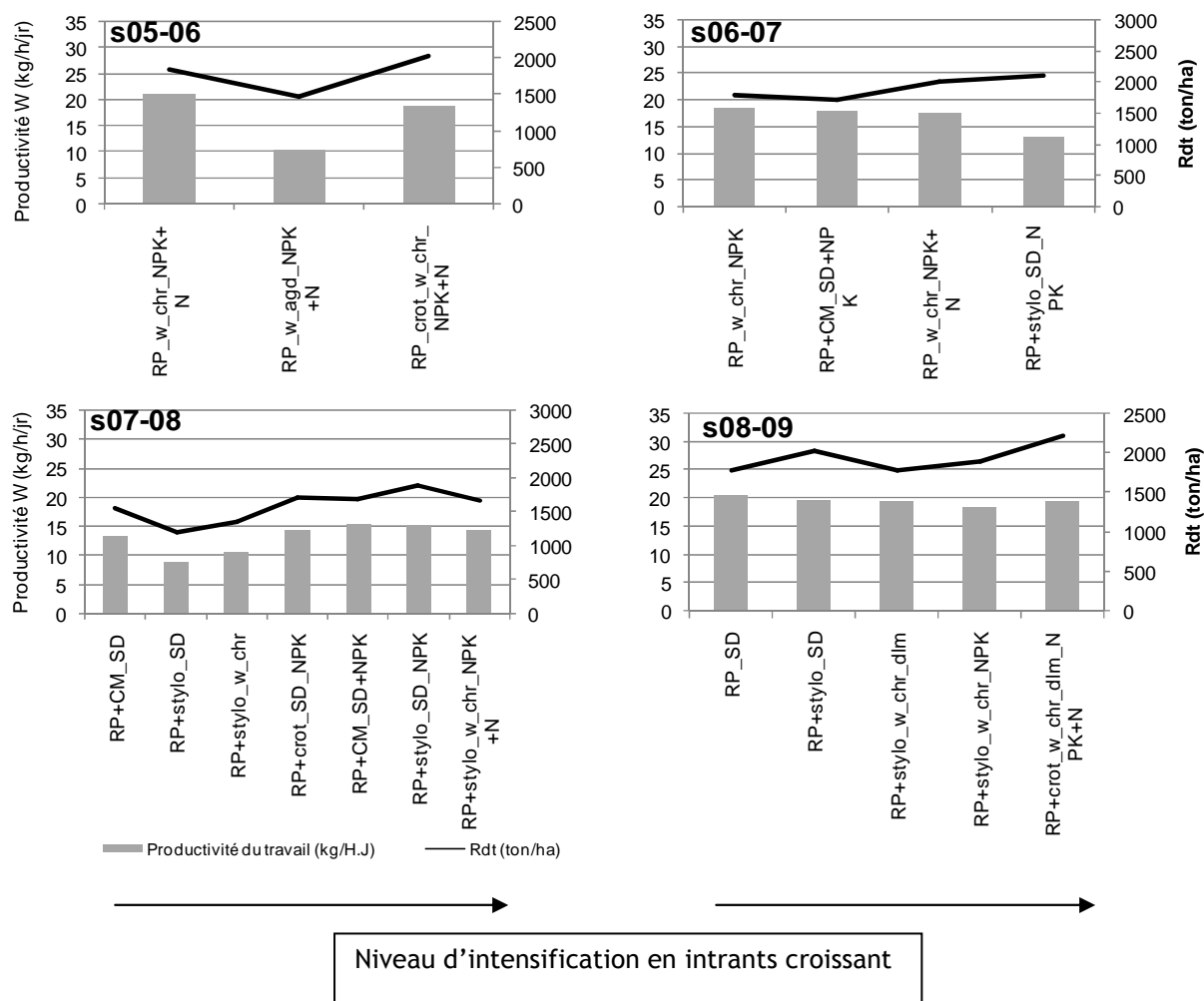
\*En 2005-2006, ces intrants ont fait l'objet d'avance remboursable par le projet.

Cette augmentation des prix des intrants a conduit les paysans à réduire fortement les quantités de fertilisants minéraux (cf : annexe 1).

La charge de travail des différents ITK est proche de 110 h/j/ha avec des variations pouvant aller de 79 h/jr/ha à 143 h/jr/ha. Les temps de travaux du riz pluvial en SCV (Système sur Couverture Végétale) diffèrent légèrement de ceux conduits avec labour à la charrue pour la préparation des parcelles qui est plus élevée en SCV où le travail de décapage des couvertures végétales se fait manuellement à l'angady.

### 3 Résultats technico-économiques des ITK encadrés

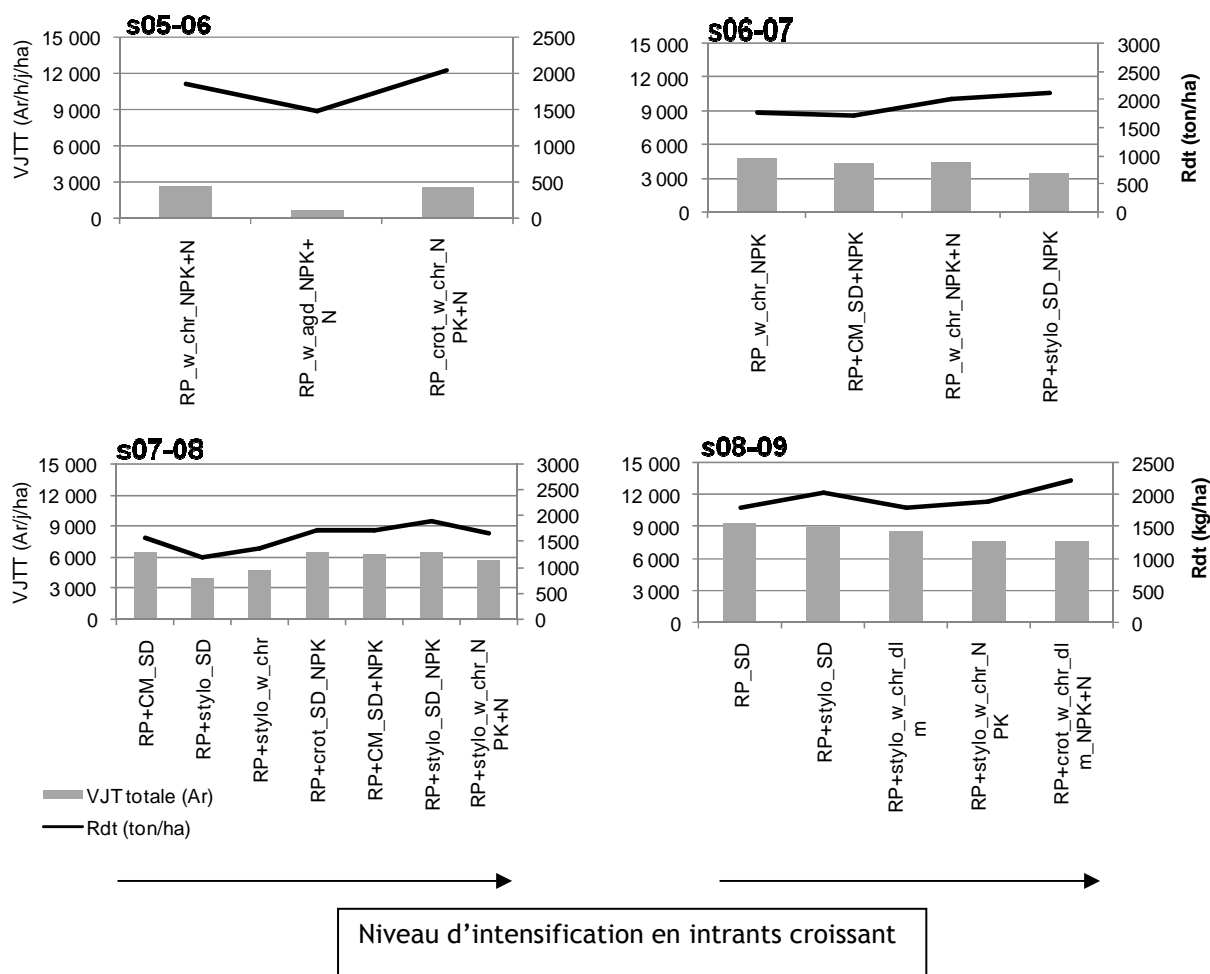
#### 3.1 Productivité du travail sur sol de colline pauvre



La productivité du travail des systèmes encadrés varie de 8 à 30 kg/h/j. Comme les différences de temps de travaux des ITK sont souvent assez faibles, les différences de productivité du travail observées sont plus liées aux variations des rendements. La comparaison des résultats obtenus pour les campagnes 2005-2006, 2006-2007, 2007-2008 par rapport à l'année 2008-2009 où les pluies ont été précoces et de qualité montre qu'à niveau d'intrant équivalent, les rendements peuvent varier de 30% (de 1500 kg à 2000 kg/ha).

Pour les différentes années, les ITK avec des opérations culturales comparables et des niveaux d'intrants intermédiaires ont les productivités du travail les plus intéressantes.. En général, les systèmes en SCV annotés SD (Semis Direct) ont des productivités du travail sensiblement plus intéressantes du fait d'une légère augmentation des rendements.

### 3.2 Valorisation de la journée de travail totale (VJTT) sur sol de colline



La VJTT des systèmes de riz pluvial encadrés varie de 400 à 9 000 Ar/h/jr. Pour des niveaux de fertilisation supérieurs à 250 kg/ha de NPK et de plus de 100 kg/ha d'urée en 2005-2006, la VJTT a été la plus faible. Ceci est essentiellement dû au prix élevé des engrais par rapport au prix du paddy. De plus, la mauvaise répartition et l'arrêt précoce des pluies en février a probablement diminué les rendements en 2005-2006. Pour les autres années, les VJTT les plus intéressantes sont souvent obtenues pour des itinéraires techniques à niveau d'intrant intermédiaire. Ceci semble provenir du fait que le surplus de production obtenu avec des niveaux de fertilisation plus élevés ne couvrirait pas les dépenses supplémentaires en intrants. Les systèmes SCV (SD) ont une VJTT légèrement supérieure aux systèmes sur labour à l'exception d'un système pratiqué en 2006-2007 avec une forte fertilisation (150 kg de NPK et 50 kg d'urée).

## 4 Conclusions et recommandations

Dans les conditions des bassins versants Imanba-Ivakaka, la majorité des paysans n'est pas disposée à investir suffisamment en intrants pour produire rapidement la biomasse nécessaire au fonctionnement des SCV (décompaction biologique des sols, réduction de la pression des adventices, amélioration de la capacité de rétention en eau et en nutriments des sols). Dans ce contexte, l'objectif d'augmentation des rendements et des biomasses végétales doit aussi chercher à limiter le risque encouru par les paysans. Dans cette optique, des calculs prospectifs des VJTT des ITK proposés basés sur des valeurs de rendements obtenues pour de bonnes et mauvaises années climatiques avec différents prix de vente du riz représentent un outil d'aide à la décision intéressant pour la conduite des cultures pluviales. Pour affiner les estimations des performances technico-économiques des ITK, les quantités et qualités des biomasses produites par les plantes de couverture devraient être intégrées afin de tenir compte de leur fonction et valeur sur l'amélioration de la capacité productive des sols. Par ailleurs, la comparaison des performances technico-économiques des ITK de riz pluvial sur sols pauvres de collines avec ceux pratiqués sur les sols plus fertiles de bas de pente devrait aussi permettre de mieux ajuster les propositions techniques sur la conduite du riz pluvial.

Etant donné que les terres de collines constituent rarement le facteur limitant à la production, les systèmes de SCV avec jachère de stylosantes intéressent de plus en plus les paysans. Après deux ou trois ans, l'augmentation du stock de matière organique de qualité améliore la structure du sol. Couvert d'un mulch de résidus épais, les sols assurent un effet tampon et retiennent mieux l'eau et les nutriments nécessaires au bon développement du riz. Cette alternative, bien qu'exigeante en main d'œuvre au départ (60 à 90 h/jr/ha pour la fauche), est peu couteuse en intrants. De plus, la préparation des parcelles et le semis peuvent être réalisés avant les pluies et les pics de travaux dans les rizières irriguées. Cependant, le développement de ce type de SCV nécessite de bien identifier le fonctionnement et les ressources foncières, financières et humaines des exploitations ainsi que la motivation des paysans pour mieux gérer la fertilité des sols de colline. A l'échelle du terroir, la mise en œuvre de règles de gestion communautaires des ressources naturelles pour notamment limiter les problèmes de divagation des bovins et de feux de brousse est souvent indispensable au maintien des biomasses produites sur certaines zones de collines où l'agriculture et l'élevage coexistent. En parallèle, des embocagements d'arbres et arbustes agro-forestiers et l'implantation de bandes enherbées et parcelles fourragères bien gérées permettent de mieux préserver les parcelles cultivées de l'érosion et des divagations. L'aménagement des bassins versants dans le cadre d'un transfert de gestion des ressources naturelles devrait ainsi permettre d'augmenter la production de ressources alimentaires, fourragères et ligneuses sur les collines tout en sécurisant la production rizicole de certains bas-fonds.



Annexe 1 : Caractéristique des ITK extraits des bases de données

Année	ITK sur tanety	Nb parc.	Surf moy parc.(ha)	Précédnt. cultural	Préparat parcelle	Semis			Sarclage	Urée		Récoltes	Ressources nécessaires	
					Tps de tvx (h/j/ha)	Qtté fumi er (kg)	Qtté NPK (kg)	Date	Tps tvx tot.	Qtté urée 1	Qtté urée 2	Rdt (ton/ha)	Besoins travail (h/j/ha)	Achat intrants (Ar/ha)
2005-2006	RP_crot_w_chr_NPK+N	22	0,2	Jachère	7	2500	228	20/12/2005	11	50	46	1844	87	376200
	RP_w_agd_NPK+N	7	0,05	Jachère	68	1400	254	26/12/2005	10	50	36	1483	142	389000
	RP_w_chr_NPK+N	35	0,1	Jachère	9	4500	251	25/12/2005	24	50	50	2038	109	397560
2006-2007	RP_w_chr_NPK	9	0,1	Cult vivr	7	4045	147	13/12/2006	22	0	0	1778	97	306150
	RP+CM_SD+NPK	5	0,1	Maïs assoc	27	3448	152	06/11/2007	8	0	0	1711	95	318516
	RP_w_chr_NPK+N	19	0,1	Cult vivr	7	4540	147	03/12/2006	35	51	0	2012	115	348531
	RP+stylo_SD_NPK	4	0,3	Jachère	23	4635	150	01/01/2003	34	50	0	2112	161	353898
2007-2008	RP+CM_SD	9	0,1	Maïs assoc	27	4224	0	22/12/2007	25	0	0	1564	117	113704
	RP+stylo_SD	4	0,1	Maïs assoc	19	5000	0	21/12/2007	33	0	0	1195	135	128583
	RP+stylo_w_chr	15	0,1	Jachère	8	5400	0	26/12/2007	30	28	0	1362	130	146478
	RP+crot_SD_NPK	9	0,1	Jachère	28	4096	42	06/12/2007	27	0	0	1720	120	190172
	RP+CM_SD+NPK	7	0,2	Maïs assoc	12	3903	85	28/11/2007	29	29	0	1698	111	248005
	RP+stylo_SD_NPK	4	0,1	Jachère	18	5315	92	01/11/2008	24	18	0	1887	125	256934
	RP+stylo_w_chr_NPK+N	4	0,1	Maïs assoc	8	5500	71	01/01/2008	26	38	0	1665	113	262625
2008-2009	RP_SD	11	0,14	Maïs assoc	15	5471	0	16/11/2008	18	0	0	1783	87	108000
	RP+stylo_SD	6	0,12	jachère	10	3691	0	30/11/2008	24	0	0	2022	103	118000
	RP+stylo_w_chr_dlm	27	0,18	Manioc	10	3115	0	26/11/2008	24	0	0	1785	92	120301
	RP+stylo_w_chr_NPK	15	0,12	Jachère	10	3959	27	02/12/2008	26	0	0	1892	103	184178
	RP+crot_w_chr_NPK	21	0,16	Jachère	11	5936	50	19/11/2008	19	0	0	1900	79	228000
	RP+crot_w_chr_dlm_NPK+N	7	0,07	Jachère	11	4401	50	07/12/2008	29	23	0	2225	114	280571

## **PARTIE II : ZONES NORD EST ET VALLEES DU SUD EST**

### **« SYSTEMES DE RIZICULTURE PLUVIALE INNOVANTS »**

#### **LE CAS DE LA RIVE EST DU LAC ALAOTRA.**

R. DOMAS<sup>1</sup>, E. PENOT<sup>2</sup>, H. ANDRIAMALALA<sup>3</sup>

<sup>1</sup> BRL/Madagascar ([raphael.domas@gmail.com](mailto:raphael.domas@gmail.com)), <sup>2</sup> CIRAD-ES, ([penot@cirad.fr](mailto:penot@cirad.fr)), <sup>3</sup> BRL/Madagascar ([brlato@moov.mg](mailto:brlato@moov.mg))

### **Introduction**

La cuvette du lac Alaotra est l'une des plus grandes zones rizicoles de Madagascar, avec plus de 100 000 ha de rizières. C'est l'une des rares zones du pays excédentaires en riz avec d'importantes quantités exportées chaque année vers Antananarivo et Toamasina. Cette région apparaît toutefois menacée par une érosion importante des pentes et une stagnation de la production rizicole irriguée et pluviale.

La saturation des zones de plaine a entraîné progressivement la colonisation des collines alentours, avec des pratiques culturelles particulièrement érosives sur des sols fragiles. La baisse des rendements au fil des cycles culturels et les importantes marques d'érosion, visibles à l'échelle de la parcelle cultivée et du paysage, constituent les principaux indicateurs de la non durabilité de ces systèmes.

Dans les bas fonds, d'importantes zones à irrigation aléatoire (dépendante de la pluviométrie) constituent la majeure partie des rizières où les rendements n'atteignent que très rarement des niveaux satisfaisants.

Les systèmes de Semis direct sur Couverture Végétale (SCV) ont permis d'apporter un certain nombre de réponses à ces problèmes. Les systèmes de culture vulgarisés ont été adaptés aux différentes situations culturelles et catégories d'exploitations agricoles rencontrées. Sur les parties basses, l'utilisation de variétés de riz poly-aptitudes SEBOTA permet de mettre en valeur avec des résultats probants les rizières présentant un régime hydrique aléatoire. En contre-saison, des cultures de légumineuses ou du maraîchage de contre-saison sont vulgarisées en succession d'une culture de riz pluvial à cycle court.

Une gamme de systèmes de culture diversifiée est enfin proposée pour la mise en valeur des collines en saison des pluies.

Afin de mieux appréhender les problèmes de chaque catégorie d'agriculteur, le Projet BVLac développe une approche globale au niveau de l'exploitation. Les problématiques existant au sein de chaque exploitation ainsi mieux appréhendées, des solutions adéquates peuvent être proposées.

Des systèmes de culture originaux se sont ainsi développés à l'intérieur desquels les itinéraires techniques de riziculture pluviale ont pris une importance grandissante année après année.

Les résultats technico-économiques de ces itinéraires techniques, issus des bases de données de l'opérateur BRL ont été analysés afin d'une part de pouvoir quantifier les progrès accompli mais aussi proposer aux agriculteurs bénéficiaires du Projet les itinéraires techniques les plus performants.

## **1 La culture du riz pluvial le long de la toposéquence**

Plusieurs types de systèmes de culture incluant des itinéraires techniques à base de riz pluvial sont présents sur la rive Est du Lac Alaotra. Il est néanmoins possible de scinder ces systèmes de culture en deux groupes : les systèmes de culture sur collines où un seul cycle annuel est possible et des systèmes de culture de bas fonds où il est possible de pratiquer une double culture annuelle alternant un riz pluvial à cycle court de saison des pluies avec une légumineuse ou du maraîchage de contre-saison.

### **Les systèmes de culture sur collines et bas de pente**

Deux systèmes de culture sont diffusés sur les collines de la Rive Est du Lac Alaotra : un système de culture bisannuel alternant un cycle de maïs en association avec un cycle de riz en culture pure sur les résidus de la culture précédente. Cette rotation représente aujourd'hui le système le plus diffusé sur la zone Nord Est. Le deuxième système de culture consiste en une rotation pluriannuelle assez souple où le riz succède à une culture de Stylosanthes laissée en jachère pendant une durée plus ou moins longue dépendant des objectifs et moyens de l'agriculteur (le stylo est une plante fourragère très recherchée). Ce dernier système n'en est aujourd'hui qu'à ses balbutiements et seules quelques parcelles ont déjà été cultivées en riz pluvial.

### **Les systèmes de culture sur bas fonds**

Dans ce type d'unités morpho-pédologiques, une double culture annuelle alternant un riz pluvial à cycle court de saison des pluies avec une légumineuse ou du maraîchage de contre-saison est préconisée. Dans les cas les plus problématiques où la nappe phréatique est hors de portée en saison sèche, des systèmes techniques à base de labour de fin de saison des pluies sont diffusés.

Dans le cas de la double culture annuelle, deux systèmes de culture sont proposés. D'une part la culture de riz de saison peut être suivie de spéculations maraîchères paillées, systèmes intéressant particulièrement les paysans pour les revenus à court terme mais sans réel effet sur la structure du sol. Le deuxième système consiste en l'installation de légumineuses de couverture, associées ou non à des cultures maraîchères. Les systèmes à base de vesce (en culture pure ou associée) connaissent aujourd'hui un succès grandissant et représentaient en 2008 près des deux tiers des réalisations en contre-saison.

## **2 Les résultats globaux**

### **La diffusion des systèmes**

En 2007/2008, les surfaces encadrées sur la rive Est du Lac Alaotra s'élèvent à 538 ha dont 18 ha de rizières à mauvaise maîtrise de l'eau (3%) et 318 ha (59%) de systèmes à base de riz pluvial.

Aujourd'hui, les surfaces dites « pérennisées », c'est-à-dire non abandonnées après la première année, représentent environ 51% des surfaces encadrées soit 302 ha (dont 29% en deuxième année d'encadrement, 16% en troisième année d'encadrement et environ 6% en quatrième année et plus).

### **L'influence prépondérante des dates de mises en place des itinéraires techniques de type SCV.**

La date d'installation des cultures pluviales constitue un facteur déterminant dans un contexte de pluviométrie aléatoire (entre 600 et 1500 mm/an) et avec de fortes variations dans la longueur de la saison des pluies (entre 65 et 130 jours) et la répartition décadaire. Une attention particulière est apportée dans le respect des dates butoirs fixées avec les producteurs avant le début de la campagne, en particulier pour les systèmes à base de céréales (riz pluvial et maïs). Chaque année, les résultats de rendement sont directement corrélés à ces dates de mise en place, notamment pour le riz pluvial.

### **Rendements**

En 2008, les résultats issus de sondages de rendements effectués sur l'ensemble des parcelles de riz sans distinguer les niveaux de toposéquence montrent des rendements corrects concernant les systèmes de culture à base de riz pluvial, et ce malgré une saison des pluies très courte (de 60 à 75 jours). Les rendements globaux atteignent une moyenne de 2300 kg/ha avec un gradient le long de la toposéquence. Ainsi, les rendements sur collines atteignent 1900 kg / ha alors

que sur RMME en semis, ils peuvent atteindre plus de 2600 kg /ha. Ces résultats agronomiques satisfaisants sont renforcés par des récoltes précoces vendues à des prix élevés.

Les rendements peuvent localement être très élevés jusqu'à 7 T/ha sur quelques parcelles pérennisées en riz pluvial qui constituent un optimum technique rarement atteint. Ces rendements maxima sont toujours obtenus en semis direct notamment du fait d'une nette amélioration de la qualité des sols et d'une meilleure utilisation des engrais. Les rendements minima, quant à eux, sont toujours plus faibles en labour qu'en SCV. Ces résultats mettent en évidence l'impact que peuvent avoir les SCV sur la gestion des aléas climatiques par leur effet tampon.

Le choix variétal influe aussi sur le niveau de production des parcelles de riz pluvial : sur collines, la variété pluvial B22 montre des résultats satisfaisants avec près de 2300 kg /ha en moyenne, les autres variétés semblent moins bien adaptées aux conditions difficiles du Lac Alaotra. Concernant les bas fonds, les variétés SEBOTA affichent toutes des niveaux moyens de production très intéressants au dessus de 2500 kg /ha avec un maximum de 2900 t/ ha pour la variété SEBOTA 281.

Enfin, on observe un effet sur le moyen terme des techniques SCV sur le rendement. En effet, le niveau de production stagne au cours des premières années de culture puis remonte à partir de la troisième année de semis direct avant d'atteindre des niveaux bien supérieurs aux systèmes sur labour.

### **Analyse technico-économique**

Les systèmes en riz pluvial en semis direct sont les plus rémunérateurs avec des VJT atteignant entre 7 000 et 10 000 Ar par jour de travail. Les marges brutes moyennes, quant à elles, peuvent s'élever à Ar 800 000 par hectare. Les paysans du Lac Alaotra privilégient de ce fait les cultures céréalières, notamment sur sols à fort potentiel.

On observe que les Valorisations de la Journée de Travail sont toujours plus élevées sur les zones basses que sur les zones de colline. Ce différentiel peut s'expliquer par le gradient positif en ressource hydrique tout le long de la toposéquence. Il existe de la même manière, un important gradient de fertilité, les éléments les plus fins étant arrachés aux collines pour être redéposés dans les bas fonds, beaucoup plus fertiles. Ces bas fonds sont gages de sécurité et peuvent se rapprocher des niveaux de risque rencontrés dans les périmètres irrigués.

En fait, on note que la valorisation de la journée de travail augmente progressivement d'années en année de pratique du SCV sur la parcelle : les rendements stagnent dans les premières années de pratique puis augmentent progressivement, le travail, quant à lui montre une évolution inverse en diminuant avec les années d'ancienneté de la parcelle.

Ainsi, les avantages des systèmes SCV ne sont pas toujours à rechercher du côté des rendements, tout du moins dans les premières années de pratique, mais plutôt sur une meilleure productivité du travail et une amélioration durable des performances dans le temps. Il est ainsi remarquable de constater que les niveaux moyens de production et de VJT sur collines tendent vers ceux des bas-fonds après trois ou quatre ans de pratique du semis direct.

L'intensification des zones basses se révèle donc comme une priorité dans l'allocation des facteurs de production, notamment financiers. A l'opposé, il semble préférable de mettre en valeur les tanety de manière beaucoup plus extensive. Il sera pertinent de n'intensifier les cultures de riz pluvial sur tanety qu'au bout de plusieurs années de pratique (au minimum 3), le niveau de risque étant alors beaucoup plus faible.

### **Les itinéraires techniques pratiqués**

Afin de pouvoir modéliser les pratiques concernant la culture du riz pluvial, des itinéraires techniques standards ont été construits à partir des données récoltées sur les parcelles tout au long de la campagne agricole.

Les objectifs de cette opération sont multiples : i) d'une part récolter des données standards de base constantes permettant d'alléger le dispositif de collecte des données et ainsi concentrer les efforts de diffusion sur l'appui conseil, ii) comprendre et comparer les différentes pratiques observées selon les zones ainsi que les niveaux de production atteints afin de réorienter les conseils vers les itinéraires techniques les plus performants. iii) Enfin, l'analyse comparée de ces itinéraires techniques standards au fil des années permettra de suivre l'évolution des systèmes et de faire des comparaisons interannuelles et de déceler les avancées techniques mais aussi les éventuelles nouvelles contraintes auxquelles doivent faire face les producteurs.

Ainsi, certaines valeurs constantes ne semblent pas avoir une influence directe sur les rendements. Malgré la diversité des itinéraires, ces valeurs montrent des niveaux identiques. Plusieurs catégories ont été identifiées : les temps de travaux et notamment le temps de labour, de hersage, de semis et de traitement semblent assez constants ainsi que les temps de récolte suivant une courbe linéaire. u niveau des intrants, les quantités de semences semées sont très stables autour de 60 kg à l'hectare ainsi que les doses de produits de traitement.

De la même manière, des indications précieuses d'évolution des prix d'achat des semences et des prix de vente du riz paddy sont obtenues grâce à la construction des itinéraires techniques standards. e nombreuses autres valeurs pourront ainsi être modélisées et alléger considérablement le travail des opérateurs de diffusion.

Concernant les itinéraires techniques standards à proprement parler, l'ensemble a été scindé en deux catégories : les itinéraires techniques standards sur labour (parcelles encadrées) et les itinéraires techniques standards sur les parcelles pérennisées.

La première analyse montre une très grande différence dans la variabilité des itinéraires en riziculture pluviale, notamment entre la zone Nord Est du Lac et la zone Sud Est. Ainsi, sur collines on note 14 itinéraires techniques standards en année 0 sur le nord contre 5 dans le sud. On retrouve la tendance opposée sur les baiboho.

Ce résultat reflète la différence de milieu entre les deux zones : les tanety sont fortement représentés au nord et sont une source de production de riz importante, à l'opposé, les zones de bas fonds sont beaucoup plus représentées dans la zone sud. Sur chaque topo-séquence majoritaire, la variabilité des itinéraires techniques s'exprime pleinement. Il est cependant intéressant de noter que les itinéraires techniques sur les parcelles pérennisés ont fortement tendance à s'homogénéiser.

Concernant les systèmes, on observe plusieurs différences notoires : dans le sud, les systèmes rizicoles pluviaux se concentrent principalement sur bas fonds en rotation avec du maraîchage et/ou des légumineuses de contre-saison.

Dans le nord où les collines prédominent, les systèmes les plus fréquemment rencontrés sont les systèmes riz et maïs associé aux légumineuses en rotation ou les systèmes pluriannuels à base de Stylosanthes.

On observe en outre que dans le sud, les VJT et les rendements sont globalement égaux voire légèrement inférieurs en semis direct par rapport au labour surtout sur collines (le phénomène tend à disparaître dans les bas fonds, notamment sur baiboho et RMME où les rendements et VJT augmentent). Cependant, les temps de travaux sont systématiquement inférieurs d'au moins 10% sur les systèmes pérennisés. Au contraire, dans le nord, les rendements mais surtout la VJT augmentent alors que les temps de travaux stagnent. Ce phénomène montre bien la différence de stratégie des agriculteurs d'une zone à l'autre : dans le sud, les bas fonds sont priorisés et l'objectif sur collines est de maintenir des niveaux de rendement corrects en économisant le maximum de temps de travail qui sera réinvesti dans les bas fonds, et notamment les périmètres irrigués plus productifs. A l'opposé, dans le nord, où les surfaces de bas fonds sont limitées, l'objectif principal est de bien valoriser les collines en maximisant les rendements et la VJT.

Au niveau technique, ces itinéraires techniques standards mettent en évidence des contraintes majeures à la production rizicole. Ainsi, on observe que des dates de semis précoces sont prépondérantes dans l'obtention de rendements satisfaisants. Dans le cas du labour, les opérations de travail du sol retardent le semis et les niveaux de production s'en ressentent fortement.

L'enherbement constitue, quant à lui, un frein majeur à la diffusion des techniques de SCV. En effet, à facteurs constants, les parcelles où l'utilisation d'herbicide est systématique sont les parcelles les plus enherbées et les résultats technico-économiques sont généralement médiocres. A l'opposé, dans le cas où la couverture s'est bien développée, les sarclages et l'utilisation d'herbicides sont limités et les résultats technico-économiques satisfaisants.

Une dernière exemple est la nature de la fertilisation : en effet, on constate que les apports de NPK sur bas fonds sont très peu valorisés à l'opposé de l'urée et du fumier. Sur les collines, la tendance est plus complexe et il semble que tous les éléments fertilisants soient limitant, ce qui implique une fertilisation plus équilibrée, plus complète à dose plus élevée.

## **Conclusion**

L'analyse des données récoltées dans leur ensemble nous donne de précieux renseignements sur la performance des techniques de semis direct. Cependant, afin de simplifier le travail des agents de diffusion et d'affiner les conseils à prodiguer à chaque agriculteur, la construction d'itinéraires techniques standards s'est révélée indispensable. Ainsi, il est aujourd'hui évident que le découpage de la rive Est du Lac en deux lots bien distincts a été très pertinent, les deux zones ayant des caractéristiques totalement différentes.

Cependant, l'étude de ces itinéraires techniques standards n'en est qu'à ses débuts et des analyses plus approfondies nous permettront dans un proche avenir d'améliorer le conseil et donc les performances des itinéraires techniques en riziculture pluviale.